

УДК 622.831.3

ПЕРСПЕКТИВЫ ДОБЫЧИ ШАХТНОГО МЕТАНА ИЗ УГОЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ДОНБАССА

Л.Н. Ширин, Е.Е. Дудля, Е.Е. Терещук, Национальный горный университет, Украина

Рассмотрены основные методы и процессы добычи метана из угольных отложений Донбасса.

Исследования условий и закономерностей формирования и размещения скоплений углеводородов в осадочной толще позволили оценить газоносность недр Донецкого бассейна. Особенностью является наличие, кроме угля, значительных ресурсов метана, который находится в угольных пластах и вмещающих породах. Подсчитано, что только на шахтных полях Донбасса с природной газоносностью угля около $12\text{ м}^3/\text{т}$ дегазационные ресурсы сорбированного метана составляют 1,2 трлн м^3 . Ресурсы скоплений свободного метана в углевмещающих песчаниках на перспективных площадях, по данным УкрНИИГАЗа, составляют около 140 млрд м^3 .

Общие ресурсы метана в угленосной толще Донбасса, по оценке специалистов ИГТМ, на глубинах от 500 до 1800 м составляют более 12 трлн м^3 .

Приведенные данные свидетельствуют о потенциальной возможности добычи и использования угольного метана при условии комплексного подхода и реализации эффективных технологий его добычи и утилизации.

Результаты опытно-промышленных работ в Донбассе по созданию технологий предварительной дегазации с применением скважин, пробуренных с поверхности, показали перспективность направления, позволяющего повысить уровень безопасности при освоении метаноносных угольных месторождений с одновременным ростом производственных и экономических показателей угольных шахт; снизить экологическую нагрузку на окружающую среду и организовать извлечение метана с использованием его как альтернативного вида топлива для выработки электроэнергии, в качестве моторного топлива, технологического сырья и в коммунально-бытовых целях.

Для создания эффективной и безопасной технологии подготовки и отработки газонасыщенных углепородных толщ используются такие природные факторы как давление вмещающих пород, структура пласта и высокое содержание газа в угле. Перечень способов извлечения шахтного метана указаны на рис. 1.

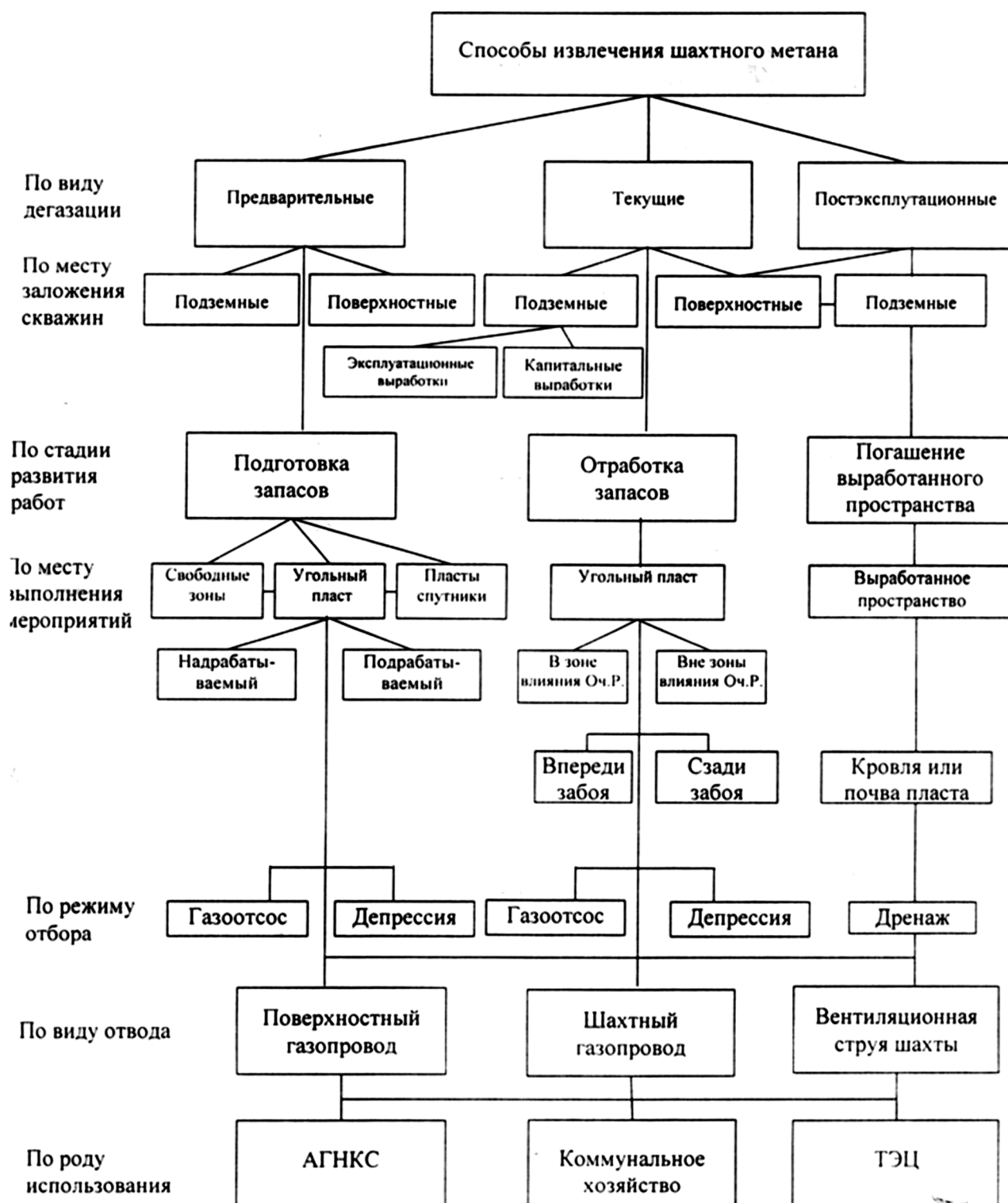


Рис. 1. Стадия развития работ по извлечению шахтного метана

На рис.2 приведена технологическая схема попутной добычи метана (так называемая комбинированная технология), которая включает три основных этапа: бурение скважины с поверхности, отработка неразгруженного пласта и его дегазация, подработка скважины горными работами и дегазация разгруженного массива в зоне сдвижения. Дегазация неразгруженных пластов является первой составной частью этой технологии[1, 2].

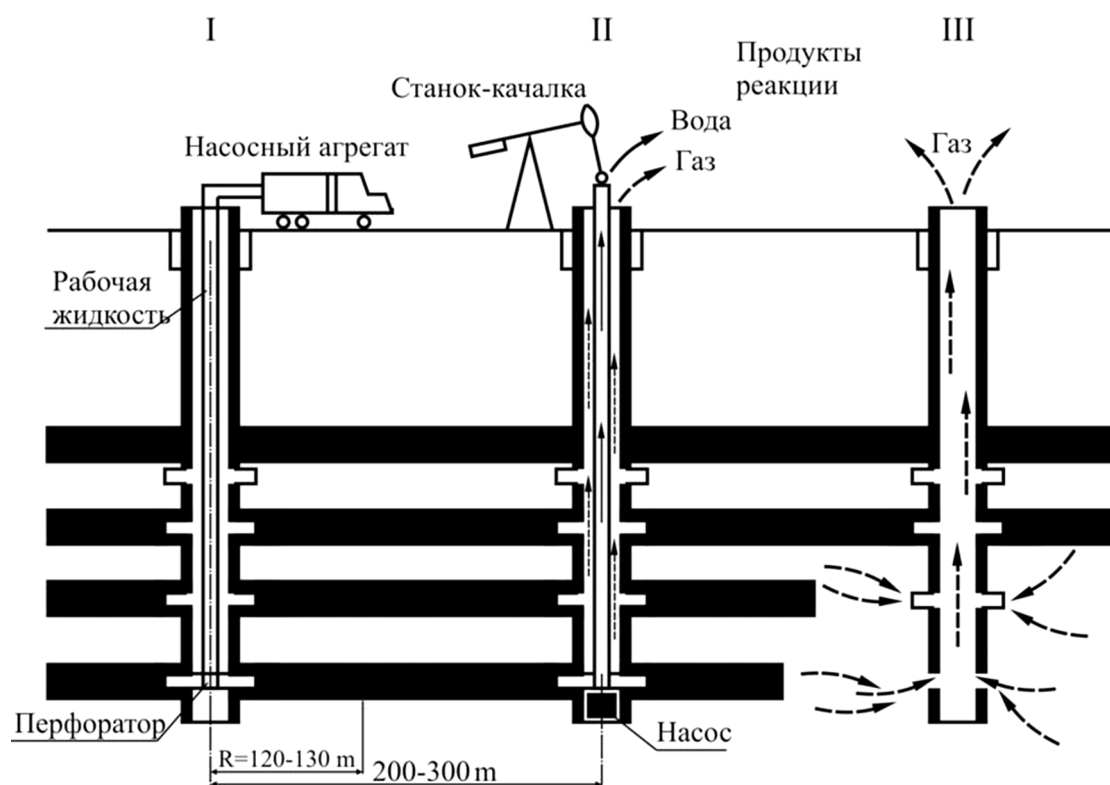


Рис. 2. Технологическая схема попутной добычи метана из угольных пластов скважинами с поверхности:

I – гидродинамическое воздействие на пласт; II – откачка воды и газа из неразгруженного пласта; III – откачка газа из выработанного пространства после подработки скважины.

Ученые Института геотехнической механики НАН Украины, [3, 4, 5], разработали гидродинамический метод воздействия на углеродный массив, который позволяет эффективно произвести разгрузку и дегазацию значительной площади угольного пласта при сравнительно небольших объемах работ по бурению. Сущность процесса гидродинамического воздействия заключается в приложении к свободным поверхностям угольного пласта знакопеременных нагрузок, создаваемых повышением и сбросом давления закаченной в пласт рабочей жидкости.

При закачивании рабочей жидкости в пласт открытые поры угля заполняются водой, при этом в трещинах и порах диаметром более 10^{-7} см происходит прямая фильтрация, а поры с меньшими размерами заполняются жидкостью посредством сил капиллярного поднятия. Газ, находящийся в заполняемом жидкостью фильтрующем объеме, вытесняется в глубь массива.

При сбросе давления происходит резкое изменение в напряженном состоянии массива. Жидкость и вытесняющий её газ движутся в сторону скважины. Однако, скорость изменения давления на стенках скважины значительно опережает скорость обратной фильтрации жидкости в поровом пространстве угля. В результате в пласте возникают силы, направленные на отрыв заполненного жидкостью слоя угля. Образование при отрыве этого слоя новых поверхностей вызывает десорбцию газа с этих поверхностей, что способствует дальнейшему разрушению угля. Повторение циклов повышения-сброса давления в скважине приводит к развитию разрушения угольного пласта и десорбции газа в пространстве, вплоть до развития процесса, так называемого «самоподдерживающегося разрушения», сущность которого заключается в разрушении угольного пласта за счет высвобождения энергии горного массива.

Процесс разрушения угля и сопровождающей его десорбции газа продолжается до образования в пласте фильтрующего объема, обеспечивающего движение жидкости без

оказания со стороны пласта сопротивления, достаточного для отрыва частиц угля от массива. По достижении такого объема процесс разрушения угольного пласта прекращается. В результате воздействия внутри угольного массива образуется зона разупрочненного угля со значительной поверхностью обнажения, с которой десорбируется газ, и широко развитой системой трещин, обеспечивающей газовыделение в скважину в течение значительного периода времени. Интенсивная десорбция газа обеспечивает его высокую концентрацию в подключаемом к скважине дегазационном ставе.

Способ гидродинамического воздействия не требует использования сложного оборудования, а его применение способствует охране окружающей среды и позволяет интенсифицировать процессы разгрузки и дегазации обрабатываемого участка угольного пласта.

В настоящее время в мировой и отечественной практике существует два основных способа дегазации угленосного массива через скважины – с поверхности и подземных горных выработок. Особенностью способа дегазации с поверхности является то, что скважина пересекает как угольные, так и породные пласты, поэтому дегазации подвергается и те и другие. Однако продуктивность газоотдачи при этом сдерживается небольшой площадью контакта скважины с пересекаемыми пластами.

Способ дегазации скважинами, пробуренными из горных выработок предполагает бурение ряда скважин по угольному пласту на высоту этажа. В данном случае обеспечивается достаточно большая площадь контакта скважины с угольным пластом, но отсутствует контакт с вмещающими породами. Таким образом, дегазируется только уголь, а дегазация вмещающих пород происходит лишь благодаря фильтрации газа из пород в пласт.

Дегазация угольного массива с применением гидродинамического воздействия через скважины, пробуренные с поверхности осуществляется следующим образом.

С поверхности на заданную глубину бурятся скважины диаметром более 150 мм, которую обсаживаются трубами (рис. 3).

В местах контакта скважины с газонасыщенными угольными и породными пластами осуществляют перфорацию обсадной колонны. Под нижним пластом оставляется зумпфовая часть, которая предназначена для magazинирования угля, разрушенного в процессе воздействия. Устье скважины оборудуют установкой для гидродинамического воздействия.



Рис. 3 – Дегазация угольного массива через скважины, пробуренные с поверхности.

Для дегазации угольного массива гидродинамическим воздействием через скважины, пробуренные на пласт из горных выработок, процесс гидродинамической обработки пласта должен отвечать следующим требованиям: коэффициент дегазации должен быть не менее 0,3; длина технологической скважины должна обеспечить обработку угольного пласта на всю высоту этажа; должны быть исключены во время воздействия выбросы газа в выработку, а газ должен направиться в дегазационную систему.

Проведение работ по гидродинамическому воздействию на угольный пласт в этом случае осуществляют следующим образом.

Из ниш, сооружаемых на расстоянии 50 м одна от другой, через породную пробку на угольный пласт бурят скважины диаметром 150 мм и длиной 100 – 200 м.

Скважины обсаживают на глубину породной пробки металлической трубой, производят герметизацию, а затем монтируют оборудование для гидродинамического воздействия, которое начинают после того как в закрытой с помощью устройства гидродинамического воздействия скважине установится давление газа, равное пластовому. Параметры нагнетания должны обеспечить достаточно надежную блокировку газа в прискважинной зоне так, чтобы он при сбросе давления не вырывался в выработку.

После достижения в скважине заданного давления воды производят его сброс путем выпуска части воды из скважины (примерно $0,2 - 0,3 \text{ м}^3$). В этот момент столб воды в скважине перемещается вниз, в результате чего в верхней части скважины образуется разрежение, что инициирует процесс разрушения угля и десорбцию газа.

Многочисленные повторения знакопеременных нагрузок приводят к разрушению механического и газового равновесия в большом объеме угольного пласта. По окончании гидродинамической обработки скважину очищают от разрушенного угля и подключают к дегазационной системе. Газ, переведенный в свободное состояние, постепенно вытесняет воду из прискважинной зоны и поступает в дегазационную систему. Выход газа из пласта начинается через 1 – 2 суток. После снижения скорости газовыделения процесс гидродинамического воздействия повторяется до выхода из скважины расчетной массы угля.

Для увеличения радиуса эффективного воздействия и повышения дебита газа целесообразно между технологическими скважинами бурить дегазационные, что дает возможность усилить дегазационные процессы в пласте.

В Сианьском научно-исследовательском институте (Китай) разработаны установка ZLY 4000S/ZDY4000L и комплект аппаратуры для направленного горизонтального бурения скважин по угольному пласту. В ее комплект входит (рис.4.): буровой агрегат на гусеничном ходу, буровые измерительные приборы и аппаратура, немагнитные буровые трубы с проложенным внутри кабелем забойный привод, специальные долота и комплект необходимого инструмента. Установка прошла испытания на 15 угольных бассейнах и получила широкое распространение не только в Китае, но и в других странах [6].

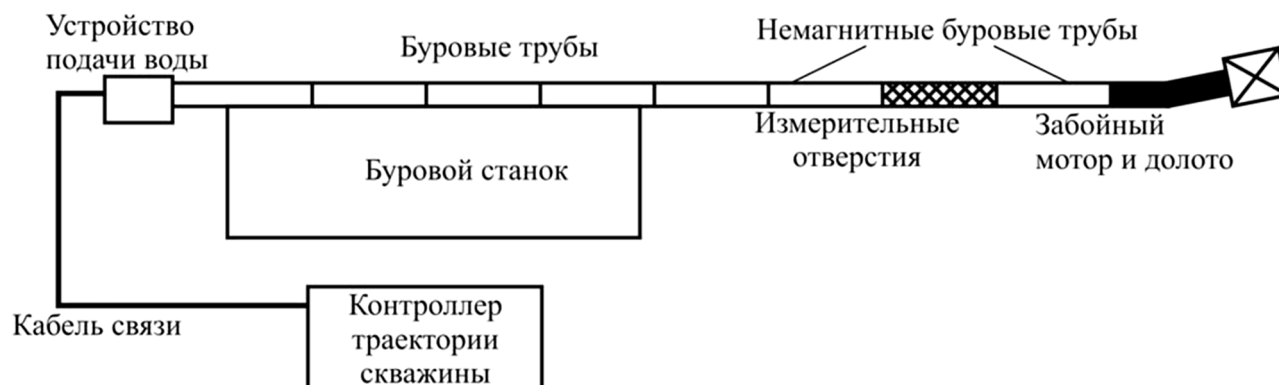


Рис. 4 – Горизонтальные направленные скважины

Для очистки скважины от выбуренной породы применяется воздух, осуществляется автоматический контроль и измерение параметров расхода и давления воздуха при бурении, разработана система удаления пыли от скважины. В комплект установки входят также передвижной рудничный взрывозащитный компрессор и многоступенчатый пылеуловитель для очистки скважины.

Система высокоточного направленного бурения дегазационных скважин позволила существенно повысить дегазационные процессы в углепородном массиве путем бурения 24 отводных горизонтальных скважин (рис. 5). Глубина главного ствола скважин составила 1046 м, а длина максимального горизонтального отвода – 698 м, погрешности по горизонтам – менее 5 %, по вертикали – 1 % глубины скважины.

Опыты применения способа интенсификации дегазации при помощи гидродинамического воздействия не газонасыщенные пласты на шахте им. А.Ф. Засядька дали, вполне обнадеживающие результаты, позволяющие судить о его перспективности и высокой эффективности применительно к решению проблемы дегазации.

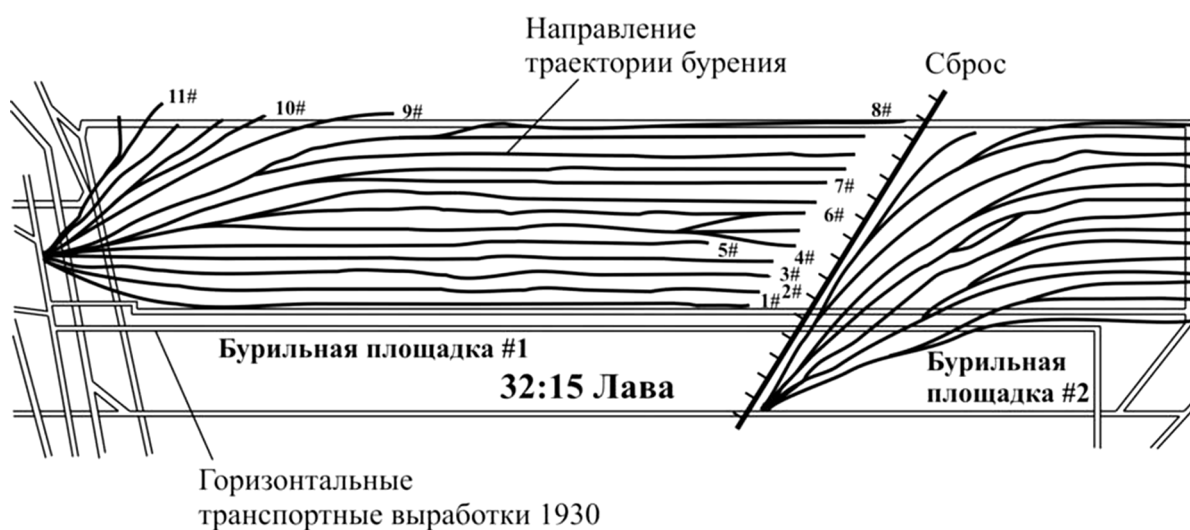


Рис. 5 – Схема установки системы подземного горизонтального направленного бурения.

Литература

1. Ножкин Н.В. Гидравлический разрыв пласта и возможности его использования для предварительной дегазации мощного сильногазового пласта [Текст] / Н.В. Ножкин – Сб. статей по вопросам горного дела и горной механики. ЦИТИУгля. – М., 1961.
2. Пучков Л.А. Реальность промышленной добычи метана из неразгруженных угольных пластов [Текст] / Л.А. Пучков – М.: Издательство Московского государственного университета, 1996. – 23 с.
3. Софийский К.К. Нетрадиционные способы предотвращения выбросов и добычи угля. [Текст] / К.К. Софийский, А.П. Калфакчян, Е.А. Воробьев. – М.: Недра, 1994. – 192 с.
4. Калфакчян А.П. Вскрытие крутых выбросоопасных угольных пластов. [Текст] / А.П. Калфакчян, Е.А. Воробьев, С.Ю. Андреев и др. – Д.: Січ, 1992 – 150 с.
5. Булат А.Ф. Гидродинамическое воздействие на газонасыщенные угольные пласты. [Текст] / А.Ф. Булат, К.К. Софийский, Д.П. Силин и др. – Д.: Поліграфіст, 2003. – 220 с.
6. Дудля М.А. Процеси підземного забезпечення газу [Текст] / М.А. Дудля, Л.Н. Ширин, Е.А. Федоренко. – Д.: Національний гірничий університет, 2012. – 412 с.